

DER CADMIUMGEHALT VON MILCHZÄHNEN
BEI KINDERN, DEREN MÜTTER WÄHREND DER
SCHWANGERSCHAFT GERAUCHT HABEN .

DOROTHEA SCHMIDT

1986

*Diss
München*

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie

(Direktor: Professor Dr. E. SONNABEND)

der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der
Universität München

DER CADMIUMGEHALT VON MILCHZÄHNEN
BEI KINDERN, DEREN MÜTTER WÄHREND
DER SCHWANGERSCHAFT GERAUCHT HABEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Dorothea Schmidt
aus Dortmund

1986

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter: Professor Dr.E. SONNABEND

Mitberichterstatter:

Dekan: Professor Dr.W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: 27.05.1986

1.	ALLGEMEIN	1
2.	ANTIKÖRPER	2
2.1	Definition	2
2.2	Entstehung und Wirkung	3
2.3	Struktur des Antikörpers	4
2.4	Antikörper in der Natur	5
2.5	Antikörperreaktion	6
2.6	Antikörper und Krankheit	7
2.7	Antikörpertherapie	8
2.8	Antikörper und Diagnostik	9
2.9	Antikörper und Immunisierung	10
2.10	Antikörper und Allergien	11
2.11	Antikörper und Tumorerkrankungen	12
2.12	Antikörper und Infektionskrankheiten	13
2.13	Antikörper und Autoimmunkrankheiten	14
2.14	Antikörper und Transfusionen	15
2.15	Antikörper und Organtransplantation	16
2.16	Antikörper und Impfstoffe	17
2.17	Antikörper und Antikörpertherapie	18
2.18	Antikörper und Antikörperdiagnostik	19
2.19	Antikörper und Antikörpertherapie	20
2.20	Antikörper und Antikörperdiagnostik	21
2.21	Antikörper und Antikörpertherapie	22
2.22	Antikörper und Antikörperdiagnostik	23
2.23	Antikörper und Antikörpertherapie	24
2.24	Antikörper und Antikörperdiagnostik	25
2.25	Antikörper und Antikörpertherapie	26
2.26	Antikörper und Antikörperdiagnostik	27
2.27	Antikörper und Antikörpertherapie	28
2.28	Antikörper und Antikörperdiagnostik	29
2.29	Antikörper und Antikörpertherapie	30
2.30	Antikörper und Antikörperdiagnostik	31
2.31	Antikörper und Antikörpertherapie	32
2.32	Antikörper und Antikörperdiagnostik	33
2.33	Antikörper und Antikörpertherapie	34
2.34	Antikörper und Antikörperdiagnostik	35
2.35	Antikörper und Antikörpertherapie	36
2.36	Antikörper und Antikörperdiagnostik	37
2.37	Antikörper und Antikörpertherapie	38
2.38	Antikörper und Antikörperdiagnostik	39
2.39	Antikörper und Antikörpertherapie	40
2.40	Antikörper und Antikörperdiagnostik	41
2.41	Antikörper und Antikörpertherapie	42
2.42	Antikörper und Antikörperdiagnostik	43
2.43	Antikörper und Antikörpertherapie	44
2.44	Antikörper und Antikörperdiagnostik	45
2.45	Antikörper und Antikörpertherapie	46
2.46	Antikörper und Antikörperdiagnostik	47
2.47	Antikörper und Antikörpertherapie	48
2.48	Antikörper und Antikörperdiagnostik	49
2.49	Antikörper und Antikörpertherapie	50
2.50	Antikörper und Antikörperdiagnostik	51
2.51	Antikörper und Antikörpertherapie	52
2.52	Antikörper und Antikörperdiagnostik	53
2.53	Antikörper und Antikörpertherapie	54
2.54	Antikörper und Antikörperdiagnostik	55
2.55	Antikörper und Antikörpertherapie	56
2.56	Antikörper und Antikörperdiagnostik	57
2.57	Antikörper und Antikörpertherapie	58
2.58	Antikörper und Antikörperdiagnostik	59
2.59	Antikörper und Antikörpertherapie	60
2.60	Antikörper und Antikörperdiagnostik	61
2.61	Antikörper und Antikörpertherapie	62
2.62	Antikörper und Antikörperdiagnostik	63
2.63	Antikörper und Antikörpertherapie	64
2.64	Antikörper und Antikörperdiagnostik	65
2.65	Antikörper und Antikörpertherapie	66
2.66	Antikörper und Antikörperdiagnostik	67
2.67	Antikörper und Antikörpertherapie	68
2.68	Antikörper und Antikörperdiagnostik	69
2.69	Antikörper und Antikörpertherapie	70
2.70	Antikörper und Antikörperdiagnostik	71
2.71	Antikörper und Antikörpertherapie	72
2.72	Antikörper und Antikörperdiagnostik	73
2.73	Antikörper und Antikörpertherapie	74
2.74	Antikörper und Antikörperdiagnostik	75
2.75	Antikörper und Antikörpertherapie	76
2.76	Antikörper und Antikörperdiagnostik	77
2.77	Antikörper und Antikörpertherapie	78
2.78	Antikörper und Antikörperdiagnostik	79
2.79	Antikörper und Antikörpertherapie	80
2.80	Antikörper und Antikörperdiagnostik	81
2.81	Antikörper und Antikörpertherapie	82
2.82	Antikörper und Antikörperdiagnostik	83
2.83	Antikörper und Antikörpertherapie	84
2.84	Antikörper und Antikörperdiagnostik	85
2.85	Antikörper und Antikörpertherapie	86
2.86	Antikörper und Antikörperdiagnostik	87
2.87	Antikörper und Antikörpertherapie	88
2.88	Antikörper und Antikörperdiagnostik	89
2.89	Antikörper und Antikörpertherapie	90
2.90	Antikörper und Antikörperdiagnostik	91
2.91	Antikörper und Antikörpertherapie	92
2.92	Antikörper und Antikörperdiagnostik	93
2.93	Antikörper und Antikörpertherapie	94
2.94	Antikörper und Antikörperdiagnostik	95
2.95	Antikörper und Antikörpertherapie	96
2.96	Antikörper und Antikörperdiagnostik	97
2.97	Antikörper und Antikörpertherapie	98
2.98	Antikörper und Antikörperdiagnostik	99
2.99	Antikörper und Antikörpertherapie	100

Im Andenken an meine Mutter

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1.	<u>EINLEITUNG</u>	1
2.	<u>LITERATURÜBERSICHT</u>	2
2.1	Cadmium	2
2.1.1	Vorkommen und Verteilung	2
2.1.2	Produktion und Gebrauch	3
2.1.3	Cadmium in der Umwelt	4
2.2	Cadmiumaufnahme	6
2.2.1	Resorption und Transport	6
2.2.2	Inhalative Cadmiumaufnahme	7
2.3	Verteilung und Akkumulation	10
2.4	Toxikologische Wirkung des Cadmiums	12
2.5	Cadmium in Zahnhartgeweben	13
2.6	Cadmium in der Placenta	15
3.	<u>EIGENE UNTERSUCHUNGEN</u>	17
3.1	Auswahl des Personenkreises	17
3.2	Kollektivbeschreibung	18
3.3	Probennahme	18
3.4	Probenwägung	18
3.5	Cadmiumbestimmung mit der AAS	19
3.5.1	AAS - Flammenlose Ausführung	20
3.5.2	Aufbereitung der Proben	21
3.5.3	Messung des Cadmiumgehaltes der einzelnen Probenlösungen im AAS	21
4.	<u>ERGEBNISSE UND MESSWERTE</u>	23
5.	<u>KRITISCHE AUSWERTUNG</u>	41
5.1	Cadmiumgehalt in Milchzähnen von Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft geraucht haben, aufgeteilt nach Regionen	41
5.2	Cadmiumgehalt im "Bundesdurchschnitt"	43
5.3	Einzelverteilung der Meßergebnisse in Wolfsburg	43
5.4	Einzelverteilung der Meßergebnisse in Viechtach	43

5.5	Einzelverteilung der Meßergebnisse in Dortmund	44
5.6	Einzelverteilung der Meßergebnisse in Neufahrn	44
5.7	"Bundesdurchschnittliche" Meßergeb- nisse bezogen auf das Geschlecht	44
6.	<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	46
7.	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	47

1. EINLEITUNG

Cadmium ist ein Schwermetall wie Blei und Zink. Es ist ein weitverbreitetes Element, welches in der Erdkruste und Bodenkrume vorkommt. Es wird mit Schwermetallen, insbesondere mit Zink, vergesellschaftet vorgefunden.

Durch erhöhten industriellen Verbrauch und damit erhöhte Umweltbelastung tritt heute das Problem der Belastung des menschlichen Organismus durch Cadmium auf. Die Umweltbelastung ergibt sich durch die Emission von Cadmium bei der Verhüttung von Eisen, Verbrennung von Kohle und Verarbeitung von Farben in der Keramik- und Farbenindustrie.

Medizinische Untersuchungen über die Cadmiumtoxizität existieren und sind notwendig. Forschungsergebnisse über die Wirkung von Cadmium auf Niere, Lunge, Plazenta und Knochengewebe sind bekannt.

Cadmium wird vorwiegend über den Verdauungs- und Respirationstrakt aufgenommen. Auf diesem Wege lagert sich das Cadmium auch in Zahnstein und Zahnhartgewebe ab. Wir wissen ausserdem, daß Cadmium auch verstärkt durch das Rauchen aufgenommen wird. Die zunehmende Zahl weiblicher Raucher läßt die Frage aufkommen, inwieweit sich die Rauchgewohnheiten gerade schwangerer Raucherinnen auf das werdende Leben auswirken. Ziel dieser Untersuchung war festzustellen, ob Milchzähne der Kinder, deren Mütter während der Schwangerschaft geraucht haben, einen erhöhten Cadmiumgehalt aufweisen.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1 Cadmium

2.1.1 Vorkommen und Verteilung

Cadmium wurde in dem Erz Zinkblende 1817 von F.STROHMEYER entdeckt. Dieses Schwermetall ist weich, duktil und silberweiß, an der Luft sehr beständig und verfärbt sich unter Wärmeeinwirkung gelb bis braun.

Greenokid ist ein Cadmiumsulfid mit 77,6% Cadmiumgehalt, welches an verschiedenen Fundstellen vorkommt.

Otavit ist nach seiner Fundstelle im Otavi-Feld in Süd-West-Afrika benannt und ein Cadmium-Carbonat mit 61,5% Cadmiumgehalt.

Den Rohstoff für die Cadmiumgewinnung bilden in erster Linie die Zinkerze, in denen das Cadmium als isomorphe Beimengung vorliegt. In geringem Maße findet man Cadmium auch in Blei- und Kupfererzen.

Natürliche Cadmiumemissionen entstehen durch vulkanische Aktivitäten an der Erdoberfläche und am Meeresgrund. Verwitterung, Strömung und Sedimentation führen zu einer weiteren Verteilung.

In unbelasteten Gebieten liegt die Cadmium-Konzentration in der Bodenkrume unter $1 \mu\text{g/g}$. Im Quellwasser ist mit einem Cadmium-Gehalt von unter $1 \mu\text{g/l}$ zu rechnen, Reinluftgebiete weisen Werte von 1 ng/m^3 auf.

Bei industriellen Belastung eines Gebietes steigen alle oben aufgeführten Werte auf ein Mehrfaches an (IARC 1976).

Für die Humantoxikologie ist die Frage der Aufnahme von Cadmium wichtig. Cadmium kann durch Tiere und Pflanzen im Wasser und auf dem Festland aufgenommen werden. Durch die Nahrungsmittelkette kann es über verschiedene Wege zum Schluß in den Menschen gelangen.

Es ist notwendig zu zeigen, wie Cadmium in die Nahrungsmittelkette gelangt.

2.1.2 Produktion und Gebrauch

Cadmium wird überwiegend bei der Verarbeitung von sulfidischen Erzen gewonnen, besonders die Erze des Zinks sind hierbei von Bedeutung.

Cadmiumsalze werden als Pigmente, Stabilisatoren für PVC, in Batterien und zur Färbung von Glas verwendet.

Die industrielle Gewinnung von Cadmium, Herstellung, Gebrauch und Beseitigung von Produkten, bei denen Cadmium verwendet wird, führen in jeder Stufe zur Umweltbelastung.

Die bei diesen Prozessen auftretenden Emissionen können zur Anreicherung in Luft, Wasser und Boden führen.

Im Bereich der EG ist die Bundesrepublik Deutschland der größte Produzent und Verbraucher von Cadmium.

Tabelle 1: Verbrauch von Cadmium in der BRD 1977

Farben	31,2 %
Stabilisation f. Kunststoffe	20,0 %
Batterien	13,0 %
Galvanisierung	21,7 %
Legierungen	2,6 %
Cadmium-Verbindungen	5,0 %
Cadmium in Zink	2,8 %
andere Produkte	3,7 %
	100,0 %

2.1.3 Cadmium in der Umwelt

Entscheidende Fragen sind, welche Einflüsse durch den Cadmiumausstoß aus verschiedenen Quellen auf Bodenfruchtbarkeit, Flora und Fauna zu erwarten sind und welche Bedeutung sie für die Nahrungsmittelkette haben.

Anreicherungen von Cadmium in Böden landwirtschaftlicher Nutzung wirken sich auf den Gehalt in Pflanzen aus.

Die Toxizitätsschwellenbereiche für Boden und Pflanze sind jedoch sehr breit. Selbst in Gebieten mit überdurchschnittlichem Cadmiumgehalt, z.B. Shipham/England und Harlingerode sind pflanzentoxische Konzentrationen unbekannt. Auch in Versuchsreihen, in denen die Böden gezielt mit Schwermetallen angereichert wurden, waren keine eindeutigen Einflüsse auf Ertragsleistungen der Pflanzen und somit auf die Bodenfruchtbarkeit zu ermitteln (A.KLOKE 1980).

Wegen vielzähliger Abhängigkeiten von PH-Wert, Transpirationsaktivitäten und Pflanzenart ist eine quantitative Aussage zum Übergang von Cadmium vom Boden in die Pflanze nicht möglich (K.ISERMANN 1981). Generell läßt sich jedoch sagen, daß zunehmende Cadmiumgehalte im Boden in aller Regel auch eine Zunahme der Gehalte in Pflanzen verursachen.

Über Futtermittel erfolgt die weitere Aufnahme von Cadmium in den tierischen Organismus. Hierbei ist aus toxikologischer Sicht die Anreicherung in Organen, bzw. in den tierischen Produkten entscheidend. Die Resorption aus Futtermitteln scheint jedoch relativ gering zu sein, da natives Cadmium in einzelnen Futtermitteln nie als leichtlösliches Salz vorliegt, sondern immer in mehr oder weniger

starker Bindung organischer oder anorganischer Moleküle.

Die Akkumulation von Cadmium im tierischen Organismus ist sehr unterschiedlich.

In Niere und Leber reichert es sich am stärksten an, im Muskelgewebe am geringsten.

Eine Cadmiumgefahr aus Lebensmitteln tierischer Herkunft besteht wohl nicht.

Besondere Bedeutung als Kontaminationsquelle für Cadmium aus der Luft wird der Emission bei der Verbrennung von Schmier-, Diesel- und Heizöl zugemessen (A.KLOKE 1973).

In der Umgebung von Cadmiumemittenten können erhöhte Konzentrationen auftreten. Die dadurch bedingten Aufnahmen scheinen dennoch zurückzutreten gegenüber der durch Rauchen bedingten Cadmiumaufnahme. Eine Zigarette enthält etwa 2 µg Cadmium, der Rauch enthält etwa 0,2 µg (Joint FAO/WHO 1972). Daraus wurde bei starkem Rauchen eine Aufnahme in der Größenordnung von bis zu einigen µg/Tag errechnet (FRIBERG, L. 1971; WHO 1972).

Zusammenfassend dürften also durch atmosphärisches Cadmium Raucher und/oder Personen in ausgesprochenen Belastungsgebieten betroffen sein.

In Industriestaaten enthält Trinkwasser im Allgemeinen Cadmiumkonzentrationen unter 1 µg/l (Joint FAO/WHO 1972).

Überschreitungen sind möglich durch industrielle Emissionen oder Cadmiumdurchlässige Leitungen.

Der vorläufige Grenzwert der WHO für Trinkwasser ist 10 µg/kg (International standards for drinking water 1971).

Münchener Trinkwasser enthält 3 µg Cadmium pro Liter (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. 1976).

2.2 Cadmiumaufnahme

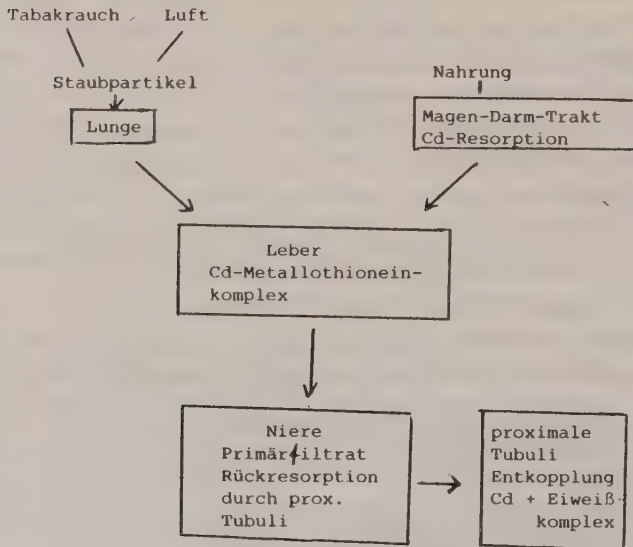
2.2.1 Resorption und Transport

Die Aufnahme von Cadmium beinhaltet den gesamten Eintritt des Schwermetalls in den Körper, sei es über die Lunge oder über den Verdauungstrakt.

Resorption ist international definiert als Eintritt in den Körper durch eine Membran (TASK GROUP METAL ACCUMULATION 1973).

Nachfolgende Zeichnung enthält einen Überblick über Aufnahme und Stoffwechsel des Cadmiums im menschlichen Körper (AUERMANN, DÖSSLER, CUMBROWSKI 1978).

Abbildung 1:



2.2.2 Inhalative Cadmiumaufnahme

Nahrung und Rauchen stellen bei beruflich nicht exponierten Personen die Hauptaufnahmekquellen für Cadmium dar.

Die orale Aufnahme beträgt nach Lauwerys (1978, 1982) ca. 4 - 8 µg.

In der BRD, die nach Japan an der Spitze der Aufnahmemenge von Cadmium steht, werden lt. IARC (1976) ca. 4 - 8 µg aufgenommen.

Cadmium hat nach Einatmen hoher Konzentrationen akut toxische Wirkung. Sichtbares Zeichen einer chronischen Cadmiumvergiftung durch Cadmiumstaub bei beruflich exponierten Personen soll das Auftreten eines ockergelben Cadmiumsaums an den Zahnhälsen sein. Er kann schon nach 2 bis 3-monatiger Exposition auftreten und nach Wegfall der Exposition wieder verschwinden (TELEKY, L., 1955).

Vom oral aufgenommenen Cadmium gelangt nur ein kleiner Teil aus dem Magen-Darm-Trakt ins Blut. Ca. 5 - 10 % des mit der Nahrung aufgenommenen Cadmiums werden resorbiert, wobei noch Faktoren wie Proteingehalt der Nahrung, Calcium, Vitamin D und andere Elemente wie Zink eine Rolle spielen (Joint FAO/WHO, 1972).

LARSSON (1971) et al. zeigten an Versuchen mit Ratten, daß ein Mangel an Calcium die Retention verstärkt, was u.U. auch beim Menschen der Fall ist.

Bekannt ist auch, daß außer einem Calcium- auch ein Proteinmangel die Cadmiumresorption erhöht.

Die Gesamtbelastung des Menschen durch Cadmium ist in der BRD je nach Belastungszone unterschiedlich. So ergaben sich nach SARTORIUS (1977) verschiedene Resorptionsquoten in ländlichen Gebieten, Ballungszentren und in der Nähe von Emittenten wie Müllverbrennungsanlagen oder Zinkhütten.

	Ländliche Gebiete	Ballungsgebiete	Gebiete in Emittentennähe
Luft	0,010	0,070	0,210
Trinkwasser	0,7	0,7	0,7
Nahrung	4,0	4,0	8,8
Zigaretten	1,4	1,4	1,4
Gesamt	6,1	6,2	11,1

Tabelle 3 : Maximale Cd-Resorption des Menschen in µg/Tag (nach SARTORIUS und Mitarb.)

Den größten Teil des Cadmiums nimmt der Mensch also über Nahrung und Zigarettenrauch auf. Dabei ist das Maß der Inkorporierung von der chemischen Bindungsform des Cadmiums abhängig (Cadmiumdioxid, Cadmiumchlorid, Cadmiumsulfid) (SZADKOWSKI; 1974).

Das in der Lunge zurückgehaltene Cadmium erfährt eine Lungenclearance überwiegend durch Resorption, die sich durch gleichzeitigen Anstieg der Cadmiumkonzentration in anderen Organen nachweisen läßt.

Die pulmonale Resorption beträgt 10 - 40 % bei 0,2 µg Cadmium pro Zigarette.

Die nutritive Cadmium-Aufnahme beträgt etwa 476 µg Cadmium pro Kopf pro Woche (Chemische Rundschau; 1978).

2.3 VERTEILUNG UND AKKUMULATION

Als Transportform des Cadmiums im Organismus dient das Metallothionein. Als solches wird ein Cadmium-komplex mit dem Protein Thionein (MG 6000 - 7000) bezeichnet, das zahlreiche Cysteinreste trägt und mit diesen Merkaptidbindungen eingeht.

Die Neigung zur Komplexbildung mit Eiweißkörpern ist eine allgemeine Eigenschaft der Schwermetalle.

Metallothionein wurde in Leber und Niere nachgewiesen.

NORDBERG (1972) fand ähnliche Proteine in roten Blutkörperchen und Plasma von Mäusen, die Cadmium ausgesetzt wurden. Ob Metallothionein streng cadmiumspezifisch ist, ist noch nicht eindeutig ersichtlich.

Die Komplexbildung zwischen Cadmium und Thionein scheint eine gewisse Entgiftung zu bewirken. Vom Blut gelangt das Cadmium also in andere Organe wie Leber und Niere.

Der Komplex wird anschließend an die Filtration durch die Glomeroli in den proximalen Tubusanteilen der Niere rückresorbiert und in der Nähe der proximalen Tubuli contorti deponiert. Dies wird als Ursache der Anreicherung von Cadmium in der Nierenrinde vermutet (NORDBERG; 1972).

Vorgang der Akkumulation

FRIBERG (1971) stellte bei Neugeborenen weniger als 1 µg Cadmium fest.

Im Laufe des Lebens nimmt der Cadmiumgehalt laufend zu, wobei die Aufnahme hauptsächlich über Lebensmittel einschließlich Trinkwasser und Atemluft erfolgt.

Bei gewerblich nicht exponierten Personen im Alter von ca. 50 Jahren enthält der Körper ca. 20 - 30 µg Cadmium.

KJELLSTRÖM (1976) beschrieb folgenden Weg der Cadmiumakkumulation im Menschen:

5 % des mit der Nahrung aufgenommenen Cadmiums werden in die Blutbahn resorbiert. 90 % des resorbierten Cadmiums werden in verschiedenen Organen gespeichert, 10 % über die Niere ausgeschieden.

Die Nierenrinde enthält um die Hälfte mehr Cadmium als die Niere insgesamt, Leber, Pankreas und Muskel zeigten eine geringere Gewebebelastung.

KJELLSTRÖM stellte 1977 in einer Untersuchung über die Cadmiumbelastung und Cadmiumakkumulation an Bevölkerungsgruppen in Japan, den USA und Schweden fest, daß in Leber, Nierenrinde und Pankreas ein schneller Anstieg des Cadmiumgehalts bis zum 35. Lebensjahres zu verzeichnen war, im Muskel jedoch wurde ein kontinuierlicher Anstieg bis ins hohe Lebensalter gemessen. Daraus könne man auf eine höhere Halbwertszeit des Cadmiums im Muskelgewebe schließen. Außerdem fand man bei Rauchern höhere Werte als bei Nichtrauchern.

In einer Untersuchung der anthropogenen Blei- und Cadmiumbelastung des Menschen konnte DRASCH (1983) zeigen, daß die Cadmiumkonzentration in der Leber von Rauchern höher lag als bei Nichtrauchern. In der Nierenrinde von schwachen sowie starken Rauchern war die Cadmiumkonzentration gegenüber Nichtrauchern signifikant erhöht.

Orale Cadmiumaufnahme gefährdet in erster Linie die Nieren. Bei langdauernder Exposition und erhöhter Cadmiumkonzentration in der Nierenrinde von 200 µg/g Nierenmark zeigen sich bei empfindlichen Menschen bereits Funktionsstörungen der Nieren (FRIBERG; 1974). Dieser Wert von 200 µg/g Nierenmark gilt derzeit als Schwellenwert.

SYVERSEN (1976) konnte durch Untersuchungen der Zink- und Cadmiumkonzentration in menschlicher Leber und Niere zeigen, daß Leber- und Nierenwerte von Rauchern deutlich erhöht waren. Leber- und Nierenwerte zeigten eine signifikante Korrelation.

	<u>Nichtraucher</u>	<u>Raucher</u>
	(µg/g Naßgewicht)	
Leber	1,4	1,9
Nierenrinde	17,8	23,8
Nierenmark	10,6	14,4

Tabelle 3: (nach SYVERSEN u.a. 1976)

Raucher haben nach dieser Studie etwa 33 % mehr Cadmium in der Niere gespeichert.

2.4 Toxikologische Wirkung des Cadmiums

Dank gezielter arbeitshygienischer Maßnahmen sind akute Cadmiumvergiftungen in den letzten Jahren selten geworden. Bei starken Vergiftungen kommt es zu Reizerscheinungen des Nasen-Rachenraumes und der Atemwege. Durch Verschlucken von Cadmiumdämpfen können Durchfälle, Übelkeit, Erbrechen herbeigeführt werden (CUMBROWSKI, 1975 und NORDBERG, 1976, FRIBERG, 1974, UBA, 1977).

Als eine ausgeprägte Form der chronischen oralen Cadmiumvergiftung wird die in Japan zwischen 1940 und 1965 beobachtete Itai-Itai-Krankheit betrachtet (NOGAWA 1975, 1978; TSUCHIYA 1976).

Bei der Itai-Itai-Krankheit, die sich in Form von Skelettveränderungen mit Auftreten von Spontanfrakturen manifestierte, konnte man feststellen, daß die beobachteten Knochenveränderungen nicht auf eine Akkumulation im Knochen selbst, sondern auf Cd-induzierte Störungen des Cadmium-Phosphat-Stoffwechsels zurückzuführen waren (FRIBERG und Mitarbeiter 1974).

2.5 Cadmium in Zahnhartgeweben

BOWDEN und HAMMERSTRÖM stellten 1975 fest, daß nach peritonealer Injektion Cadmium sich nennenswert im Zahnschmelz von 10-Tage-alten Ratten anreichert. Sie fanden außerdem heraus, daß der Schmelz nicht durchgebrochener Rattenmolaren mehr radioaktives Cadmium speicherte als die Odontoblasten.

COUSINS und Mitarbeiter zeigten 1973, daß die Anreicherung von Cadmium in Leber, Niere, Milz und Zahn am höchsten ist. Die Untersuchung wurde an einem 14-Wochen-alten Schwein vorgenommen, das in sich steigenden Intervallen definierte Mengen Cadmium in der Nahrung erhielt.

	Cd-Anteil	Meßwerte $\mu\text{g/g}$ Gewebe
ppm	0	0
	50	12,8
	150	13,8
	450	76,1
	1.350	211,5

Tabelle 4: COUSINS 1973

Die Nieren- und speziell die Leberwerte korrelieren stark mit denen der Zähne. Das heißt, daß Zähne als Indikator des Cadmiumgehaltes fungieren können.

FOSSE und JUSTESEN selbst untersuchten von 1972 bis 1975 an 2.169 Milchzähnen aus 14 der 19 norwegischen Provinzen mit der Atomabsorptionsmethode den Cadmiumgehalt.

Die mittlere Konzentration betrug $0,428 \mu\text{g/g}$ Zahn. Die Anreicherung im Schmelz war ca. 14mal höher als im Dentin. Es wird vermutet, daß der Schmelz eine bessere Korrelation zur Nierengewebsbelastung darstellt als das Dentin. Die Ganzzahn-Cadmiumbestimmung lag unter $0,05 \mu\text{g/g}$ Zahn. Die höchsten Werte fanden sich in Milchzähnen von Kindern aus einer Industriegemeinde.

LANGMYHR und SUNDLI stellten 1974 bei 14 ganzen durchgebrochenen und noch nicht durchgebrochenen Zähnen einen Cadmiumgehalt von $0,29 \text{ ppm}$ fest.

WILKINSON und PALMER bestimmen 1975 mit der AAS einen mittleren Zahncadmiumgehalt von $4,05 \mu\text{g/g}$ Zahn.

CURZON und CROCKER erhielten 1975 aus einer Untersuchung einen Cadmiummittelwert von $1,87 \mu\text{g/g}$ Zahn.

AURAND und SONNEBORN fanden 1973 einen durchschnittlichen Cadmiumgehalt in Zähnen von Kindern aus Helgoland, Berlin und Nordenham von ca. $0,7 \mu\text{g/g}$ Zahn.

SONNABEND und SONNTAG-DIERKS untersuchten 1982 den Blei- und Cadmiumgehalt von Zähnen und Zahnstein bei Bewohnern im Gebiet verschiedener Blei- und Zinkhütten. Ebenso wurden Milchzähne untersucht. Die Milchzähne enthielten höhere Blei- und Cadmiumwerte als Zahnkronen und Zahnstein der erwachsenen Bevölkerung.

1983 folgte von SONNABEND und UYGUN eine Untersuchung des Cadmiumgehalts des Zahnsteins bei verschiedenen Rauchgewohnheiten. Sie fanden heraus, daß Raucher im Gegensatz zu Nichtrauchern deutlich höhere Cadmiumwerte im Zahnstein aufweisen.

2.6 Cadmium in der Placenta

LAUWERYS, BUCHET, ROELS und HUBERMONT stellten 1977 bei einer Untersuchung fest, daß der Mittelwert von Cadmium im Blut eines Neugeborenen 50 % niedriger ist als im Blut der Mutter. Daraus läßt sich schließen, daß die Placenta eine Barriere für den Transfer von Cadmium darstellt. Die Meßwerte für Blei und Cadmium lagen höher, deshalb ist anzunehmen, daß die Placenta für Cadmium weniger permeabel ist als für Blei und Quecksilber.

Die normale Konzentration von Cadmium im Blut ist in der Allgemeinbevölkerung niedriger als $1 \mu\text{g}/100 \text{ ml Blut}$ (LAUWERYS, BUCHET, ROELS, 1976; UHLANDER, AXELSON, 1977).

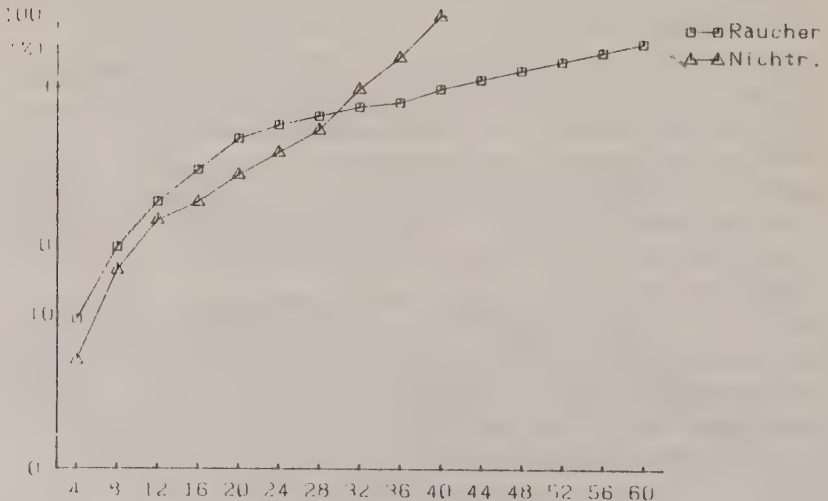
BUCHET, ROELS, HUBERMONT und LAUWERYS fanden 1977 bei einer Untersuchung heraus, daß Rauchen einen signifikanten Einfluß auf die Cadmiumkonzentration im mütterlichen Blut hat. BUCHET und Mitarbeiter untersuchten 503 schwangere Frauen aus verschiedenen Gegenden in Belgien, aufgeteilt nach Rauchgewohnheiten vor und während der Schwangerschaft, sowie nach ländlichem oder städtischem Wohnort. Es wurde festgestellt, daß die Placentaschranke für Blei, Quecksilber und Cadmium unterschiedlich ist. Die höheren Werte von Hb-CO und Cadmium im Blut der Raucherinnen sind auf die Werte dieser Schwermetalle im Zigarettenrauch zurückzuführen. Der Wert des Cadmiums im Blut der rauchenden Mutter ist jedoch höher ($0,18 \mu\text{g}/100 \text{ ml Blut}$) als der Wert beim Neugeborenen ($0,05 \mu\text{g}/100 \text{ ml Blut}$).

Außerdem wurde herausgefunden, daß die Cadmiumkonzentration in der Placenta von Raucherinnen durchschnittlich 25 % höher ist als bei Nichtraucherinnen. Die höhere Cadmiumkonzentration in der Placenta der Raucherinnen hängt möglicherweise mit einer größeren Synthese von Metallothionein zusammen.

Es wurde weiterhin festgestellt, daß die Cadmiumblutkonzentration der Mütter, die am Stadtrand wohnten, höher ist als die der auf dem Lande wohnenden Mütter.

ROELS, HUBERMONT, LAUWERYS und BUCHET stellten in einer weiteren Untersuchung fest, daß in der Placenta eine Akkumulation von Schwermetallen stattfindet. Es wurden ca. 500 schwangere Frauen aus verschiedenen Gegenden Belgiens untersucht. Dabei wurde herausgefunden, daß nur Cadmium eine vermehrte Akkumulation in der Placenta von Raucherinnen zeigt.

Abbildung 3:



< 100 ng Cd / 100 g Gewebe

Diese Akkumulation steht in enger Beziehung zu der Rolle der Placenta als Schranke für den Transfer von Cadmium auf den Fötus.

Unter den verschiedenen Faktoren wie Wohnort, Art der Ernährung, Umgebung, die zu einer Anreicherung von Cadmium führen, ist Rauchen als ein Faktor für eine Akkumulation von Cadmium in der Placenta verantwortlich.

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Auswahl des Personenkreises

Es sollte mittels einer Untersuchung geklärt werden, ob Milchzähne der Kinder, deren Mütter während der Schwangerschaft geraucht haben, einen erhöhten Cadmiumgehalt aufweisen.

Dazu wurden in verschiedenen zahnärztlichen Praxen in unterschiedlichen Gebieten der BRD Milchzähne, die z.T. extrahiert wurden, gesammelt.

Ein Fragebogen sollte die Rauchgewohnheiten der Mütter vor und während der Schwangerschaft klären. Weiterhin wurde nach Stillzeiten und Parodontopathien gefragt.

Als Kontrollgruppe dienten die Milchzähne von Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft nicht geraucht hatten.

3.2 Kollektivbeschreibung

Die Kollektive der Untersuchung setzen sich folgendermaßen zusammen

I. Milchzähne von Kindern aus verschiedenen Regionen der BRD:

	Mütter		Knaben	Mädchen
	Raucher	Nichtraucher		
a) Wolfsburg	9	7	5 (R) 5 (NR)	4 (R) 2 (NR)
b) Dortmund	6	10	5 (R) 3 (NR)	1 (R) 7 (NR)
c) Viechtach	5	9	4 (R) 6 (NR)	1 (R) 3 (NR)
d) Neufahrn	2	5	1 (R) 1 (NR)	1 (R) 4 (NR)
Gesamt	22	31		

II. Milchzähne von Kindern deren Mütter unterschiedliche Mengen während der Schwangerschaft geraucht haben:

- a) 20 - 29 Zigaretten täglich
- b) 10 - 19 Zigaretten täglich
- c) 0 - 9 Zigaretten täglich
- d) 0 Zigaretten täglich (Kontrollgruppe)

3.3 Probennahme

Bei den zu nehmenden Proben handelt es sich um Milchzähne, die unter Lokalanästhesie extrahiert wurden. Die Zähne wurden z.T. aus kieferorthopädischen Gründen und z.T. wegen ihres großen Zerstörungsgrades extrahiert.

Es wurde eine Ganzzahnbestimmung durchgeführt. Nach der Extraktion wurden die Zähne abgewaschen und getrocknet in nummerierten, cadmiumfreien und luftdicht verschlossenen Kunststoffröhrchen bis zur Analyse aufbewahrt.

3.4 Probenwägung

Die Proben wurden im Exsiccator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Anschließend erfolgte die Wägung der Proben auf einer Präzisions-Mikrowaage der Fa. METTLER (Genauigkeit (Genauigkeit 0,00001 g)).

3.5 Cadmium-Bestimmung mit der Atomabsorptions- spektralphotometrie (AAS)

Um eine genauere Aussage über die toxische Wirkung des Cadmiums treffen zu können, bedarf es einer ausgewägten Analyse, die jedoch eine gewisse Problematik mit sich bringt.

Interlabor-Untersuchungsreihen von LAUWERYS (1975) und von PAULEV (1978) haben auf die bisher unbefriedigende Vergleichbarkeit der Cadmium-Meßwerte hingewiesen und zur sorgsamsten Wahl der Meßmethode aufgefordert.

1974 erstellte FRIBERG Kriterien für Cadmium-Analysen-Methoden:

- | | |
|-------------------------|---|
| 1) Spezifität | - Es soll nur selektiv das Cadmium gemessen werden, interferierende Substanzen müssen entweder vorher ausgeschieden oder im Meßergebnis entsprechend korrigiert werden. |
| 2) Empfindlichkeit | - Nachweisgrenze der minimalen Cadmium-Menge |
| 3) Präzision | - Variations-Koeffizient, Fehler der Methode bei wiederholenden Messungen derselben Probe |
| 4) absolute Genauigkeit | - (Accuracy) - systematische Abweichung von dem wahren Wert. |

Die große Mehrzahl der neueren Arbeiten verbessert in erster Linie die Atomabsorption-Spektrophotometrie (AAS).

Ältere Verfahren, wie die Dithizon-Methode, haben in den letzten Jahren an Bedeutung verloren, während sich die Röntgen-Fluoreszenz-Analyse und die Neutronen-Aktivierung wegen ihrer Aufwendigkeit noch nicht durchsetzen konnten.

Für diese Untersuchungen wurde die AAS in ihrer flammenlosen Ausführung im Graphit-Rohr ausgewählt.

Als apparative Bestimmungsmethode der Wahl wurde von der WHO/FAO 1973 die AAS empfohlen. Gegenwärtig stellt sie auch die gebräuchlichste Bestimmungsmethode für Cadmium dar.

Die cadmiumhaltige Probe wird zu einer Atomwolke verdampft, die vom Lichtstrahl einer element-spezifischen Hohlkathodenlampe mit einer Wellenlänge von 228,8 nm durchstrahlt wird. Wird der Lichtstrahl in der Atomwolke absorbiert, so kann auf Anwesenheit des Elements geschlossen werden.

3.5.1 (AAS)- Flammenlose Ausführung

Das flammenlose Verfahren zeichnet sich durch eine weitere Erhöhung der Meßempfindlichkeit aus.

Die Probe wird mit einer Mikroliter-Pipette in eine Graphitrohrküvette eingegeben.

Durch eine programmierte stufenweise Temperatur-Erhöhung wird zunächst getrocknet, trocken verascht und dann bei 1.800 - 2.100 °C atomisiert.

Bei der flammenlosen AAS ist die Verweildauer der Atomwolke im Lichtstrahl der Hohlkathodenlampe gegenüber der AAS mit Flamme bedeutend länger. Die Nachweisempfindlichkeit kann daher bis um den Faktor 500 gesteigert werden.

Durch Abschalten der Inertgasspülung ist eine weitere Erhöhung der Nachweisempfindlichkeit zu erreichen.

3.5.2 Aufbereitung der Proben

Die Milchzähne wurden nach der Wägung erneut in Kunststoffröhrchen eingebracht. Danach wurden die Proben mit konzentrierter Salpetersäure (65-prozentig) versetzt. Nun wurden die Proben luftdicht bei Zimmertemperatur gelagert, bis sie vollständig in Lösung gegangen waren (5 - 10 Tage).

Die flammenlose Atom-Absorption im Graphit-Rohr liefert, wie die Mehrzahl aller analytischen Bestimmungsmethoden, nur Relativwerte, aus denen erst durch Eichung die gesuchten absoluten Konzentrationen erhalten werden. Cadmium-Standard-Lösungen sind hergestellt aus einer käuflich erworbenen Ditrisol-Ampulle (Merck, Art. 9960).

Die Stammlösung enthielt (CdCl_2 in H_2O) : 1.000 g Cd in 100 ml H_2O .

Die Vergleichs-Standard-Lösung sollte 0,1 $\mu\text{g/ml}$ bzw. 0.2 $\mu\text{g Cd/ml}$ enthalten.

3.5.3 Messung des Cadmium-Gehaltes der einzelnen Probenlösungen im AAS

Als AAS wurde das Gerät 300 SG kombiniert mit der Graphit-Rohrküvette HGA 72 der Fa. PERKIN-ELMER verwendet.

Von den einzelnen Probenlösungen gelangten jeweils dreimal 20 μl zur Messung, die mit einer Eppendorf-Pipette in das kalte Graphit-Rohr thermisch vorbehandelt:

1. Trocknungsstufe: 20 Sekunden bei 100 °C

2. Trocknungsstufe: 30 Sekunden bei 750 °C

und schließlich durch eine rasche weitere Temperatursteigerung auf 2.300 °C (20 Sekunden lang) atomisiert. Die Reproduzierbarkeit bei dreimaliger Wiederholung dieses Vorgangs betrug für Cadmium-Konzentrationen im Bereich von 0,1 - 1,0 µg/l etwa 15 %.

4. Ergebnisse

Meßwerte

Die jeweiligen Meßergebnisse Cadmiumgehalt in ng/g Zahn entstanden aus dem arithmetischen Mittelwert von drei Messungen im AAS für jede Probe.

Für die Auswertung wurden weiterhin die arithmetischen Mittelwerte in ng/g Zahn verwendet.

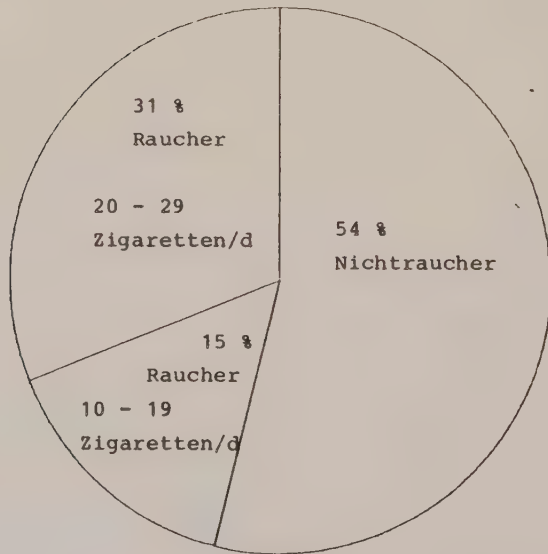
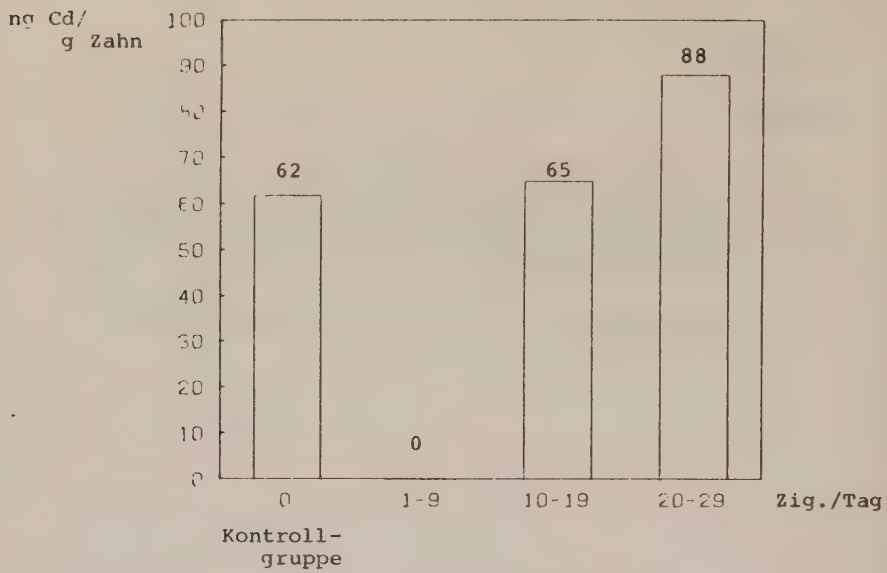


Abbildung 4:

Mittelwerte der Probanden und Kontrollgruppe in
Wolfsburg ohne Berücksichtigung des Geschlechts.

Abbildung 5:

Prozentuale Aufteilung nach Rauchern und Nichtrauchern
in Wolfsburg.

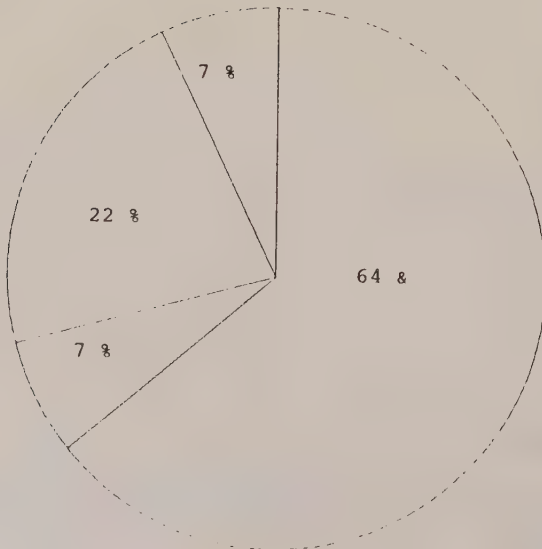
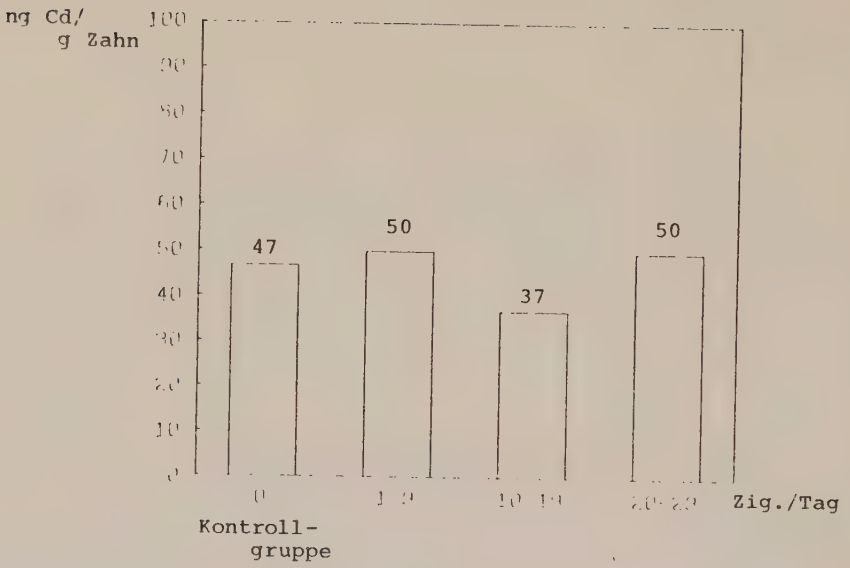


Abbildung 6:

Mittelwerte der Probanden und Kontrollgruppe in
Viechtach ohne Berücksichtigung des Geschlechts.

Abbildung 7:

Prozentuale Aufteilung nach Rauchern und Nichtrauchern
in Viechtach.

Nichtraucherinnen	64 %	
Raucherinnen	7 %	1 - 9 Zigaretten/Tag
Raucherinnen	22 %	10 - 19 Zigaretten/Tag
Raucherinnen	7 %	20 - 29 Zigaretten/Tag

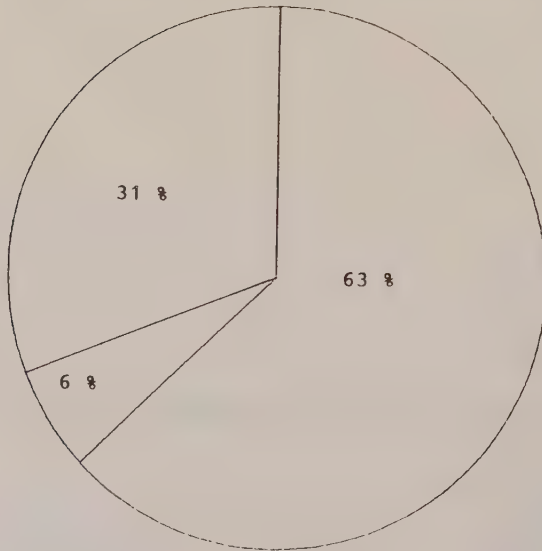
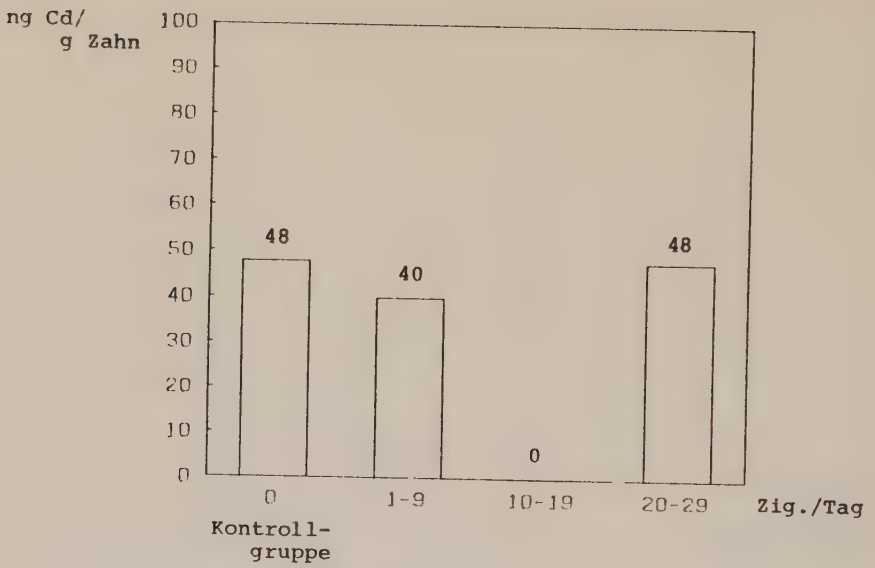


Abbildung 8:

Mittelwerte der Probanden und Kontrollgruppe in
Dortmund ohne Berücksichtigung des Geschlechts.

Abbildung 9:

Strukturelle Aufteilung nach Rauchern und Nichtrauchern
Dortmund.

raucherinnen	63 %	
raucherinnen	6 %	1 - 9 Zigaretten/Tag
raucherinnen	0 %	10 - 19 Zigaretten/Tag
raucherinnen	31 %	20 - 29 Zigaretten/Tag

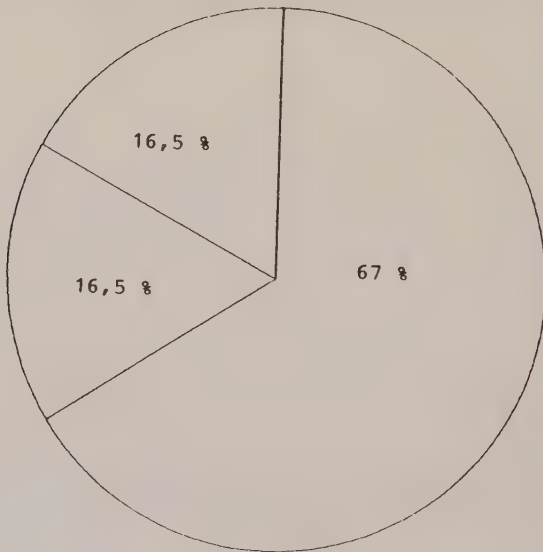
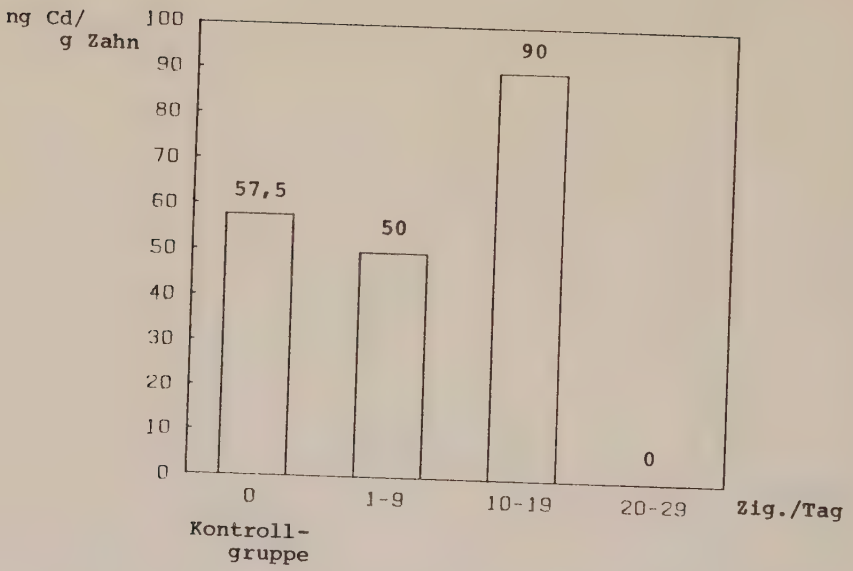


Abbildung 10:

Mittelwerte der Probanden und Kontrollgruppe in
Neufahrn ohne Berücksichtigung des Geschlechts.

Abbildung 11:

Prozentuale Aufteilung nach Rauchern und Nichtrauchern
in Neufahrn.

Nichtraucherinnen	67	%	
Raucherinnen	16,5	%	1 - 9 Zigaretten/Tag
Raucherinnen	16,5	%	10 - 19 Zigaretten/Tag
Raucherinnen	0	%	20 - 29 Zigaretten/Tag

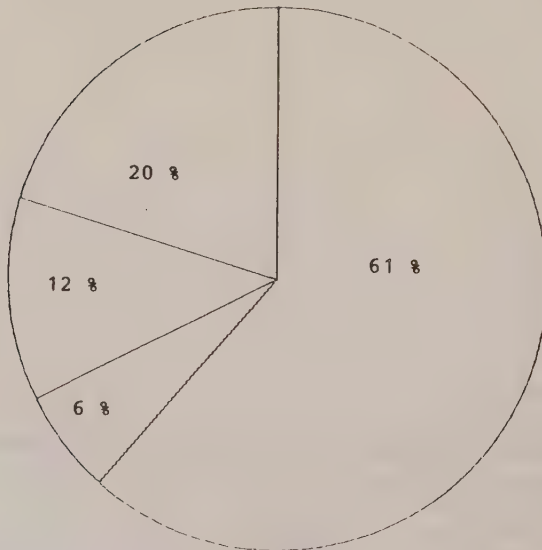
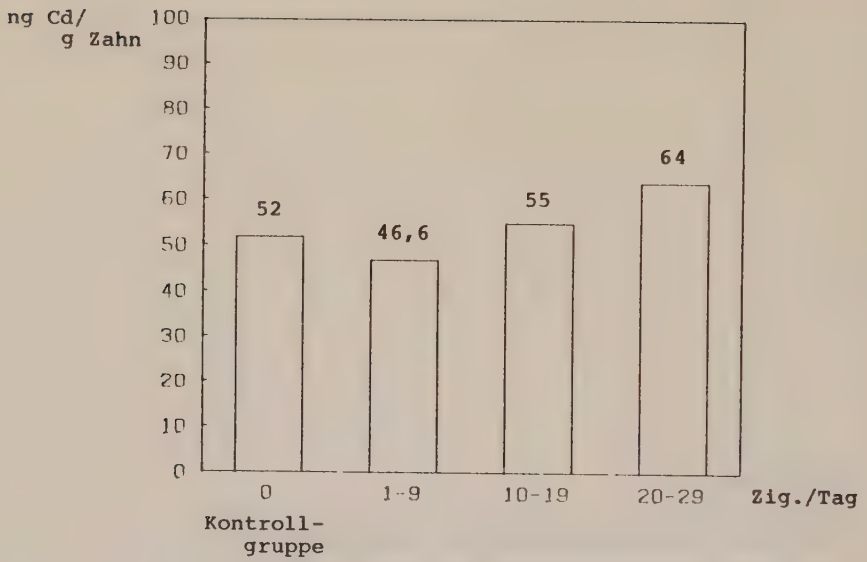


Abbildung 12:

Mittelwerte der Probanden und Kontrollgruppe im
"Bundesdurchschnitt" (hiermit ist der Mittelwert aus
den Proben der vier untersuchten Städte gemeint).

Abbildung 13:

Prozentuale Aufteilung nach Rauchern und Nichtrauchern
im "Bundesdurchschnitt".

Nichtraucherinnen	61 %	
Raucherinnen	6 %	1 - 9 Zigaretten/Tag
Raucherinnen	12 %	10 - 19 Zigaretten/Tag
Raucherinnen	20 %	20 - 29 Zigaretten/Tag

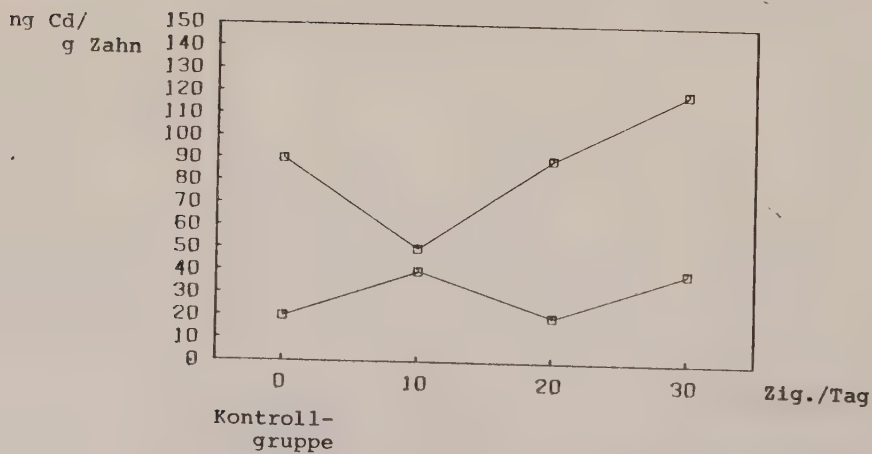
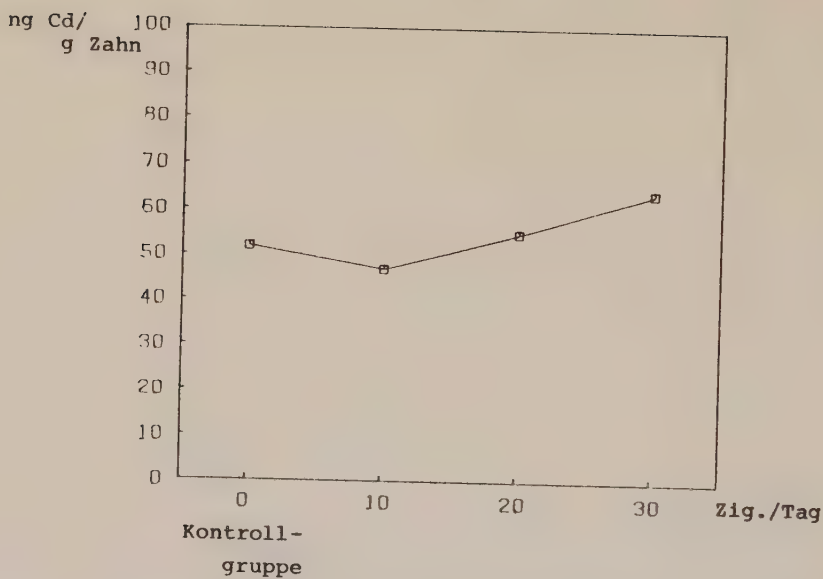


Abbildung 14:

"Bundesdurchschnittliche" Korrelation Rauchgewohnheiten zu Cadmiumgehalt.

Abbildung 15:

"Bundesverteilung" der Einzelwerte zwischen den beiden Graphen. Die Fläche zwischen den einzelnen Graphen gibt den Aufenthaltsort der Einzelmessungen wieder.

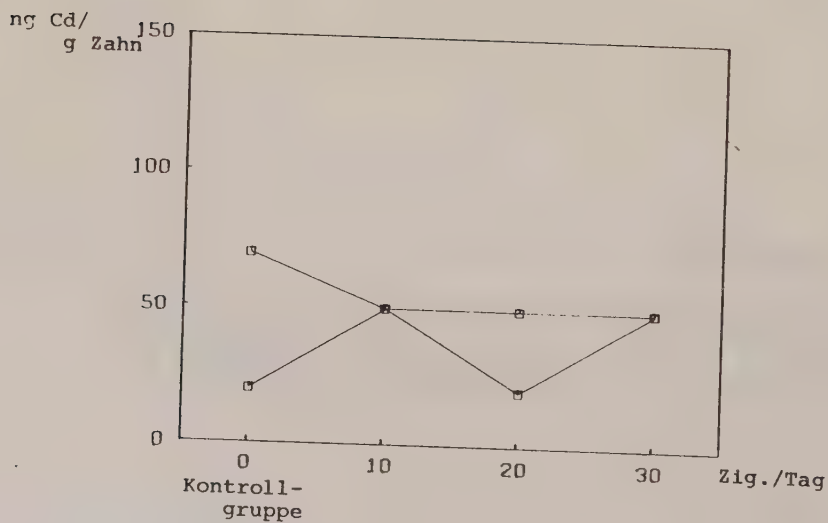
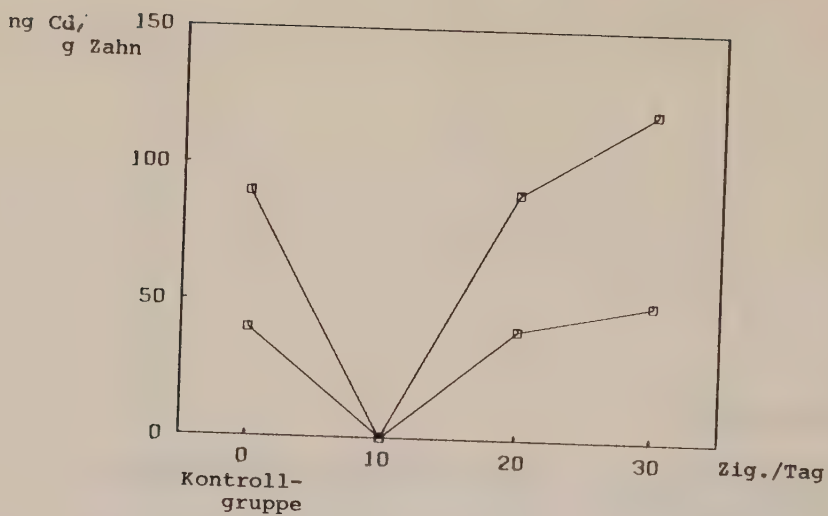


Abbildung 16:

Die Einzelverteilung der Meßwerte für die Proben aus der Stadt Wolfsburg liegt zwischen den beiden Graphen.

Abbildung 17:

Die Einzelverteilung der Meßwerte für die Proben aus der Stadt Viechtach liegt zwischen den beiden Graphen.

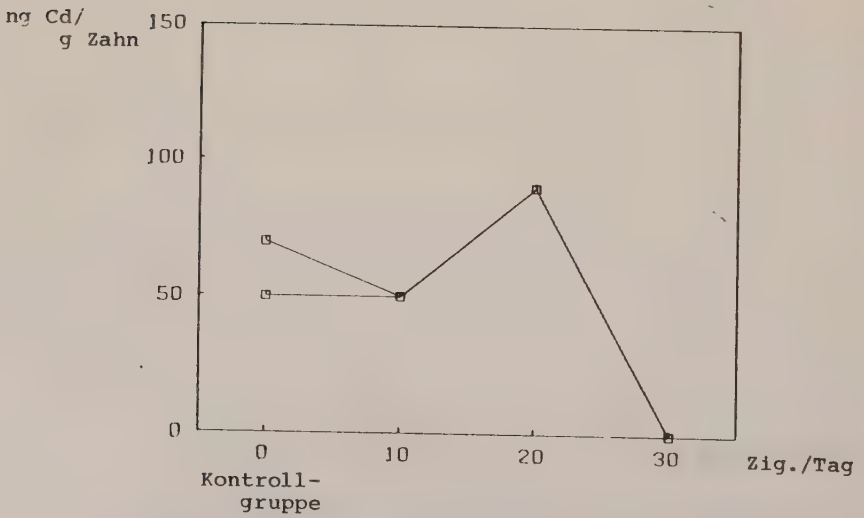
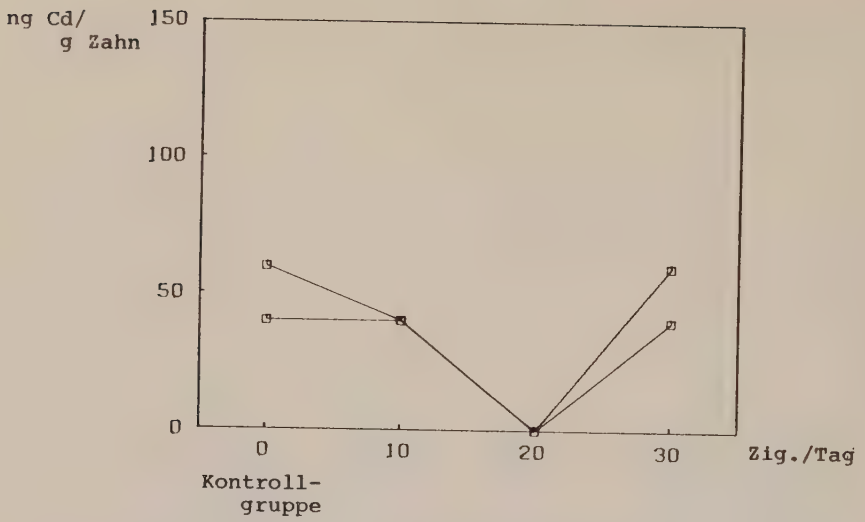


Abbildung 18:

Die Einzelverteilung der Meßwerte für die Proben aus der Stadt Dortmund liegt zwischen den beiden Graphen.

Abbildung 19:

Die Einzelverteilung der Meßwerte für die Proben aus der Stadt Neufahrn liegt zwischen den beiden Graphen.

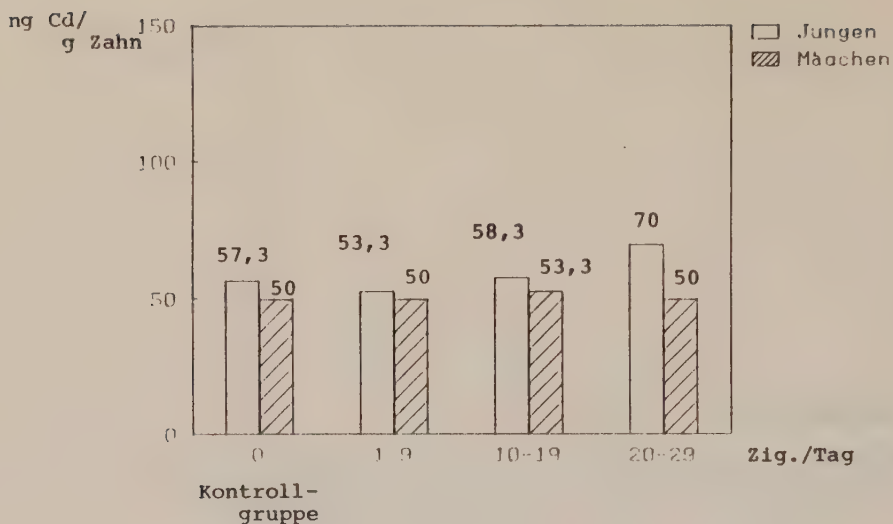


Abbildung 20:

Die "bundesdurchschnittliche" Korrelation zwischen Cadmiumgehalt in ng/g Zahn und gerauchten Zigaretten/Tag aufgeteilt nach Geschlechtern.

5. Kritische Auswertung

5.1 Cadmiumgehalt in Milchzähnen von Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft geraucht haben, aufgeteilt nach Regionen.

Es wurden in vier Städten der BRD Proben genommen. Dabei ließen sich bei Milchzähnen von Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft geraucht hatten, in Wolfsburg folgende Mittelwerte finden:

1 - 9 Zigaretten/Tag	0 ng Cd/g Zahn
10 - 19 Zigaretten/Tag	65 ng Cd/g Zahn
20 - 29 Zigaretten/Tag	88 ng Cd/g Zahn
0 = Kontrollgruppe	62 ng Cd/g Zahn

Die prozentuale Aufteilung ist aus bereits aufgeführter Übersicht zu entnehmen.

SONNABEND und SONNTAG-DIERKS ermittelten 1982 einen Cadmiumgehalt von 40 ng/g Zahn, was dem normalzivilisatorischen Cadmiumgehalt einer norwegischen Veröffentlichung ungefähr entsprach. Der Wert der Kontrollgruppen dieser Untersuchung liegt mit 62 ng/g Zahn höher als der Wert der aus dem cadmiumbelasteten Gebiet genommenen Proben.

Untersuchungen von ATTRAMADAL 1976 aus Oslo und LOSEE aus USA ergaben einen arithmetischen Mittelwert von 10 ng/g Zahn.

Der höhere Wert der Untersuchung von SONNABEND und SONNTAG-DIERKS ist auf die größere Umweltbelastung mit Cadmium im Bereich Wolfsburg durch Blei- und Zinkhütten zurückzuführen..

In dieser Untersuchung wurden für Viechtach folgende Mittelwerte gemessen:

1 - 9 Zigaretten/Tag	50 ng/g Zahn
10 - 19 Zigaretten/Tag	37 ng/g Zahn
20 - 29 Zigaretten/Tag	50 ng/g Zahn
0 = Kontrollgruppe	47 ng/g Zahn

Hier liegt die Kontrollgruppe mit 47 ng/g Zahn niedriger als die Kontrollgruppe aus Wolfsburg, was eventuell durch günstigere Umweltbedingungen hervorgerufen wird.

Für Dortmund wurden folgende Mittelwerte gemessen:

1 - 9 Zigaretten/Tag	40 ng/g Zahn
10 - 19 Zigaretten/Tag	0 ng/g Zahn
20 - 29 Zigaretten/Tag	48 ng/g Zahn
0 = Kontrollgruppe	48 ng/g Zahn

Für Neufahrn wurden folgende Mittelwerte gemessen:

1 - 9 Zigaretten/Tag	50 ng/g Zahn
10 - 19 Zigaretten/Tag	90 ng/g Zahn
20 - 29 Zigaretten/Tag	0 ng/g Zahn
0 = Kontrollgruppe	57,5 ng/g Zahn

Dabei ist zu berücksichtigen, daß verschiedene Gruppen durch die zu geringe Probenanzahl gar nicht oder unterrepräsentiert sind.

5.2 Cadmiumgehalt im "Bundesdurchschnitt"

Bundesdurchschnittlich gesehen ergaben sich folgende Werte:

1 - 9 Zigaretten/Tag	46,6 ng/g Zahn
10 - 19 Zigaretten/Tag	55 ng/g Zahn
20 - 29 Zigaretten/Tag	64 ng/g Zahn
0 = Kontrollgruppe	52 ng/g Zahn

Bei dieser Kurve ist ein leichter Anstieg des durchschnittlichen Cadmiumgehalts zur gerauchten Menge Zigaretten festzustellen, mit der Einschränkung, daß die Raucherinnen, die während der Schwangerschaft 1 - 9 Zigaretten/Tag geraucht haben, unterrepräsentiert sind.

Dadurch kommt es an dieser Stelle zu einem Abfall in der Kurve.

Trotzdem ist zu sehen, daß eine Abhängigkeit zwischen der Menge des Cadmiumgehalts zu der Anzahl der während der Schwangerschaft gerauchten Zigaretten besteht.

5.3 Einzelverteilung der Meßergebnisse in Wolfsburg

Die Einzelmessungen liegen in der Fläche zwischen den beiden angegebenen Graphen, wobei die Gruppe von 1 - 9 gerauchten Zigaretten/Tag nicht repräsentiert ist, da keine Messung vorlag.

5.4 Einzelverteilung der Meßergebnisse in Viechtach

Die Einzelmessungen liegen in der Fläche zwischen den beiden angegebenen Graphen. Hier besteht bei der Gruppe von 1 - 9 gerauchten Zigaretten/Tag und der Gruppe von 20 - 29 gerauchten Zigaretten/Tag kein unterschiedliches Meßergebnis, da nur eine Messung vorlag.

5.5 Einzelverteilung der Meßergebnisse in Dortmund

Die Einzelmessungen liegen in der Fläche zwischen den beiden angegebenen Graphen.

Hier ist die Gruppe mit 10 - 19 Zigaretten/Tag nicht repräsentiert, da kein Meßergebnis vorlag.

5.6 Einzelverteilung der Meßergebnisse in Neufahrn

Da nur sieben Messungen vorlagen, ergab sich keine Abhängigkeit.

5.7 "Bundesdurchschnittliche" Meßergebnisse bezogen auf das Geschlecht

"Bundesdurchschnittlich" scheint eine Abhängigkeit des Cadmiumgehaltes in den Milchzähnen der Jungen, deren Mütter während der Schwangerschaft geraucht haben, von den Rauchgewohnheiten der Mutter zu bestehen.

Bei Mädchen hingegen ist der Cadmiumgehalt der Milchzähne konstant, unabhängig von den Rauchgewohnheiten der Mutter. Die Möglichkeit einer geringeren Akkumulation bei Mädchen scheint erwähnenswert.

Der durchschnittliche Mittelwert bei Jungen beträgt bei:

1 - 9 Zigaretten/Tag	53,3 ng/g Zahn
10 - 19 Zigaretten/Tag	58,3 ng/g Zahn
20 - 29 Zigaretten/Tag	70 ng/g Zahn
0 = Kontrollgruppe	57,3 ng/g Zahn

Der durchschnittliche Mittelwert bei Mädchen beträgt
bei:

1 - 9 Zigaretten/Tag	50 ng/g Zahn
10 - 19 Zigaretten/Tag	53,3 ng/g Zahn
20 - 29 Zigaretten/Tag	50 ng/g Zahn
0 = Kontrollgruppe	50 ng/g Zahn

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war es, den Cadmiumgehalt von Milchzähnen der Kinder, deren Mütter während der Schwangerschaft geraucht haben, festzustellen.

In der Literaturübersicht wurde ein Überblick über bisherige Veröffentlichungen zu dem Thema "Cadmium als physiologischer Faktor" gegeben.

Für unsere Untersuchung wurden in vier verschiedenen Praxen der BRD Milchzähne extrahiert, die mittels Atom-Absorptions-Spektrometrie untersucht wurden. Die Messungen erfolgten bei 53 Milchzähnen - 22 von Kindern rauchender Mütter und 31 von Kindern nichtrauchender Mütter - wobei der geringen Anzahl an Messungen wegen keine statistische Erhebung durchgeführt wurde.

Die Auswertung erfolgte graphisch, bezogen auf Einzelergebnisse und Mittelwerte.

Dabei ergab sich eine leichte Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Zigaretten, welche die Mütter während der Schwangerschaft geraucht hatten, und dem Cadmiumgehalt in den Milchzähnen ihrer Kinder.

Aufgeschlüsselt nach Geschlecht ergab sich bei den 23 analysierten Milchzähnen von Mädchen ein konstanter Wert von 50 ng Cadmium pro g Zahn, unabhängig von den Rauchgewohnheiten der Mutter.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) ATTRAMADAL, A., JONSEN, J.:
The content of lead, cadmium, zinc and copper
in deciduous and permanent human teeth
Acta Odontol Scand 34, 127 - 131 (1976)
- 2) AURAND, K., SONNEBORN, M.:
Metallgehalt in menschlichen Haaren und Zähnen
verschiedener Bevölkerungsgruppen als Screening-
Verfahren zur Überwachung der Cadmiumbelastung
Commission of the European Communities
Luxemburg
S 393 - 400 Kat.-Nr. XII b 204 A (1975)
- 3) AUERMANN, E., DÄSSLER, H.-G., CUMBROWSKI, J.,
KNEUER, M.:
Cadmiumgehalt pflanzlicher Nahrungsmittel im
Wirkungsbereich einer Bleihütte
Die Nahrung 23, 875 - 890 (1979)
- 4) BAWDEN, J.W., HAMMARSTRÖM, L.F.:
Distribution of cadmium in developing teeth and
bone of young rats
Scand J Dent Res 83, 179 - 186 (1975)
- 5) B D I
Cadmium - Eine Dokumentation
Verlag für Industrieförderung (1982)
- 6) BUCHET, J.P., ROELS, H., HUBERMONT, G. und
LAUWERYS, R.:
Placental transfer of lead, mercury, cadmium
and carbon monoxide in women. II
Environmental Research 15, 494 - 503 (1978)

- 7) CUMBROWSKI, J., RAFFKE, W.:
Cadmium - Ein Schadfaktor in der menschlichen Umwelt
Z Ges Hygiene 21, 1/2 (1975)
- 8) CURZON, M.E.J., CROCKER, D.C.:
Relationship of trace elements in human tooth enamel to dental caries
Arch Oral Biol 23 (8) 647 - 652 (1978)
- 9) COUSINS, R.J., BARBER, A.K., TROUT, J.R.:
Cadmium toxicity in growing swine
J Nutr 103, 964 - 972 (1973)
- 10) DRASCH, G.:
Die anthropogene Blei- und Cadmiumbelastung des Menschen, Untersuchungen an Skelett und Organmaterial
Habil.-Schrift, München (1983)
- 11) FOSSE, G. und JUSTESEN, N.:
Cadmium in deciduous teeth of Norwegian children
Int J Environ Stud 11, 17 - 28 (1977)
Int J Environ Stud 13, 18 - 35 (1978)
- 12) FRIBERG, L., PISCATOR, M. und NORDBERG, G.:
Cadmium in the environment
Chemical Rubber Co , Cleveland, Ohio (1971)
- 13) FRIBERG, L., PISCATOR, M., NORDBERG, G. und KJELLSTRÖM, T.:
Cadmium in the environment II
Karolinska Institute, Stockholm (1973)

- 14) FRIBERG, L., PISCATOR, G., NORDBERG, G. und
KJELLSTRÖM, T.:
Cadmium in the environment
2nd Edition, CRC Press, Cleveland, Ohio, (1974)
- 15) I A R C, International Agency for Research on
Cancer
Monographs on the evaluation of carcinogenic risk
of chemical to man
Lyon 1976, 39 (1976)
- 16) International Standards for Drinking Water
W H O 3rd Edition, Geneva (1971)
- 17) JOINT F A O / W H O Expert Committee on Food
Additives
Evaluation of certain food additives and the
contaminants mercury, lead and cadmium
WHO Technical Report Series No. 505 (1972)
- 18) KJELLSTRÖM, T.:
Exposure and accumulation of cadmium in
population from Japan, the USA and Sweden
Environ Health Perspect,
169 - 197 (1979)
- 19) KJELLSTRÖM, T., FRIBERG, L., NORDBERG, G. und
PISCATOR, M.:
Further consideration on uptake and retention
of cadmium in human kidney cortex,
Appendix to Friberg, L., Piscator, M. and
Nordberg, G., Cadmium in the environment
CRC Press, Cleveland, Ohio (1971)

20) KLOKE, A.:

Auswirkung von Schwermetallen auf Bodenfruchtbarkeit, Flora, Fauna sowie deren Bedeutung für Nahrungs- und Futterkette
Informationstagung Gottlieb Duttweiler Institut
Rüschlikon (1980)

21) KLOKE, A.:

Effect of excess fertilisation with copper, zinc, molybden, magnesium, fluorine, cadmium and lead on the content of these elements in soil and plants and on a different quality parameters
3rd International Congress on Plant Pathologie, München (1978)

22) LANGMYHR, F.J., SUNDLI, A., JONSEN, J.:

Atomic absorption spectrometric determination of cadmium and lead in dental material by atomization directly from the solid state
Anal Chim Acta 73, 81 - 85 (1974)

23) LAUWERYS, R., BUCHET, J.B., ROELS, H. und HUBERMONT, G.:

Placental transfer of lead, mercury, cadmium and carbon monoxide in women, I
Environ Res 15, 278 - 289 (1978)

24) LAUWERYS, R.:

Criteria for cadmium (dose/effect relationships)
Comm of the Europ Communities, Pergamon Press, Oxford (1978)

25) LAUWERYS, R.:

Toxicologie of cadmium
Comm of the Europ Communities, Brüssel (1982)

- 26) LARSSON, S.E. und PISCATOR, M.:
Israel J. med. Sci. 7, 495 (1971)
Chemische Rundschau 18, 2 (1978)
- 27) MÜCKE, W.:
Cadmium in der Umwelt - ein Gesundheitsrisiko
Chemische Rundschau 18, 2 - 3 (1978)
- 28) NOGAWA, K., ISHIZAKI, A., FUKUSHIMA, M.:
Studies on the woman with acquired Fanconi-
Syndrome observed in the Ichi-river basin
polluted by cadmium
Environ Res 10, 280 - 282 (1975)
- 29) NORDBERG, G.:
Cadmium metabolism and toxicity
Dissertation, Karolinska Institute, Stockholm
(1972)
- 30) NORDBERG, G. und NISHIYAMA, K.:
Arch Environ Health 24, 209 (1972)
- 31) NORDBERG, G., PISCATOR, M. und VESTERBERG, O.:
Biochem Journal 126, 491 (1972)
- 32) ØSTERGAARD, K.:
Renal cadmium concentration in relation to
smoking habits and blood pressure
Acta Med Scand 203, 379 (1978)
- 33) ROELS, H., HUBERMONT, G., BUCHET, J.P. und
LAUWERYS, R.:
Factors influencing the accumulation of heavy
metals in the placenta and the relationship
between metal concentration in the placenta
and in maternal and cord blood
Environ Res 16, 236 - 247 (1978)

- 34) SONNABEND, E., SANSONI, B., HERZOG, J. und
KRACKE, W.:
Untersuchungen über den Blei- und Cadmiumgehalt
im Zahnstein bei verschiedenen Berufsgruppen
Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 3,
119 - 124 (1978)
- 35) SONNTAG-DIERKS, L.:
Über den Blei- und Cadmiumgehalt des Zahnsteins
und der Zähne bei Bewohnern im Gebiet ver-
schiedener Blei- und Zinkhütten
Med Diss München (1982)
- 36) SYVERSEN, T.L.M.:
Cadmium and zinc in human liver and kidney
Scand J Clin Lab Invest 36, 251 - 252
(1976)
- 37) SZADKOWSKI, D., SCHULTZE, H., SCHALLER, K.H.
und LEHNERT, G.:
Zur ökologischen Bedeutung des Cadmiumgehalts
von Zigaretten
Arch Hyg Bakteriol 153, 1 (1974)
- 38) TASK GROUP ON METAL ACCUMULATION
Environ Physiol Biochem 3, 65
Nordberg (1976)
- 39) TELEKY, L.:
Gewerbliche Vergiftungen
Springer Verlag, Berlin (1955)
- 40) U B A (Umweltbundesamt)
Cadmium-Bericht
Texte 1/81 (1981)

- 41) UHLANDER, R.A., AXELSSON, O.:
Measurement of blood-cadmium levels
The Lancet, April 13 (1974)
- 42) UYGUN, H.:
Der Cadmiumgehalt des Zahnsteins bei ver-
schiedenen Rauchgewohnheiten
Med Diss , München (1983)
- 43) WILKINSON, D.R., PALMER, W.:
Lead in teeth as a function of age
Amer Lab 1, 67 - 70 (1975)

Herrn Professor Dr.E. Sonnabend danke ich für die Überlassung des Themas. Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Dr.K. Schramml, Gesellschaft für Umwelt- und Strahlenforschung, für die hilfreiche Unterstützung bei der Analyse des Untersuchungsmaterials.

LEBENS LAUF

Name: S C H M I D T Dorothea

Geboren: 30.09.1958 in Bottrop

Eltern: Dr. med.dent. Helmuth Schmidt
und Frau Gisela, geb. Manhenke

Schule und Studium

1964 - 1968 Grundschule in
Dortmund

1968 - 1976 Gymnasium in
Dortmund

1976 - 1977 Gymnasium in
Buldern/Westf.

1977 Abitur

1977 - 1978 Sprachstudium in
Besançon/Frankreich

1978 - 1979 Ausbildung zur MTA
in Osnabrück

1979 - 1985 Studium der Zahnheile-
kunde an der Ludwig-
Maximilians-Universität
in München

10.07.1985 zahnärztliches Staats-
examen

Beruf: seit September 1985 Ausbildungs-
assistentenstelle in Olching

